

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC873 U.S. PT.
09/628283
07/28/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

1 9 9 9 年 7 月 3 0 日

出 願 番 号
Application Number:

平成 1 1 年 特 許 願 第 2 1 6 4 4 9 号

出 願 人
Applicant (s):

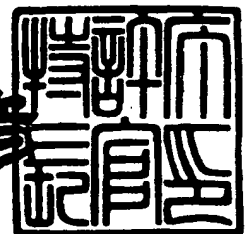
旭光学工業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 0 年 4 月 2 8 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

近 藤 隆 彦



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 0 - 3 0 3 2 2 2 2

【書類名】 特許願

【整理番号】 AP99706

【提出日】 平成11年 7月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/24
H04N 13/02

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 垣内 伸一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 瀬尾 修三

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 谷 信博

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代表者】 松本 徹

【代理人】

【識別番号】 100090169

【弁理士】

【氏名又は名称】 松浦 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 050898

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002979

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元画像検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光を照射するための光源と、
受光量に応じた電荷を蓄積可能な撮像素子と、

前記光源を制御して被写体に測距光を照射させ、前記被写体からの反射光を前記撮像素子で受光し、前記反射光により蓄積した信号電荷に基づいて前記被写体までの距離を検出する距離情報検出手段と、

前記光源を制御して通信光を照射させ、空間を伝送路とした光通信を行なう情報伝達手段とを備え、

前記測距光と前記通信光が重畳して前記光源から照射される
ことを特徴とする3次元画像検出装置。

【請求項2】 前記距離情報検出手段において、前記測距光が所定の回数繰り返し照射され、前記繰り返し毎に信号電荷が前記撮像素子に蓄積されることを特徴とする請求項1に記載の3次元画像検出装置。

【請求項3】 前記通信光の発光のタイミングが、前記繰り返し照射される測距光の発光のタイミングに基づいて行われることを特徴とする請求項2に記載の3次元画像検出装置。

【請求項4】 前記測距光が繰り返し照射される合間に前記通信光を照射することにより前記測距光と前記通信光との重畳が行われることを特徴とする請求項3に記載の3次元画像検出装置。

【請求項5】 前記測距光が繰り返し照射される合間に照射される前記通信光が、前記光源のパルス発光による所定ビット数の2進データであることを特徴とする請求項4に記載の3次元画像検出装置。

【請求項6】 前記光源からの発光を異なるパルス幅をもつ2つのパルス光に変調し、前記2つのパルス光の一方を2進データの0に他方を1に対応させ、前記2つのパルス光のうち幅の狭いパルス光を測距光とすることにより前記測距光と前記通信光との重畳が行われることを特徴とする請求項3に記載の3次元画

像検出装置。

【請求項 7】 前記測距光が、前記撮像素子における信号電荷の蓄積が始まる前に照射され、前記被写体までの距離に対応する信号電荷の蓄積が前記撮像素子における電荷の蓄積が開始されてから前記撮像素子での前記反射光の受光が終了するまでの間に行われることを特徴とする請求項 2 に記載の 3 次元画像検出装置。

【請求項 8】 前記通信光が、前記測距光が照射される前に照射されることを特徴とする請求項 7 に記載の 3 次元画像検出装置。

【請求項 9】 前記通信光の照射が、前記撮像素子における前記信号電荷の蓄積が終了してから前記測距光が照射されるまでの間に行われることを特徴とする請求項 8 に記載の 3 次元画像検出装置。

【請求項 10】 前記測距光が、光通信における同期信号を兼ねることを特徴とする請求項 1 に記載の 3 次元画像検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光伝播時間測定法を用いて被写体の 3 次元形状等を検出する 3 次元画像検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

3 次元画像検出装置で被写体を撮像し、検出された距離データや画像データから被写体の 3 次元画像を得るには、高い画像処理能力と十分な記憶容量を備える必要がある。しかし、これに必要な回路や器機を備えると装置が大型化するため小型軽量化された 3 次元画像検出装置で 3 次元画像を得ることは難しい。したがって従来の 3 次元画像検出装置は、インターフェースケーブルによりコンピュータに接続され、検出されたデータは逐次ケーブルを介してコンピュータに送られコンピュータ上で処理されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

検出された距離データや画像データから被写体の 3 次元画像を構成するには、被写体を多方向から撮像しこれを合成しなければならない。しかし 3 次元画像検出装置とコンピュータがケーブルで接続されていると、3 次元画像検出装置の可動範囲が制限され多方向からの撮像が困難である。また、オペレーターの移動や器機の操作にとっても障害となる。

【0004】

本発明は、ケーブルを介することなくデータをコンピュータへ転送できかつ通信効率のよい 3 次元画像検出装置を得ることを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明の 3 次元画像検出装置は、光を照射するための光源と、受光量に応じた電荷を蓄積可能な撮像素子と、光源を制御して被写体に測距光を照射させ、被写体からの反射光を撮像素子で受光し、反射光により蓄積した信号電荷に基づいて被写体までの距離を検出する距離情報検出手段と、光源を制御して通信光を照射させ、空間を伝送路とした光通信を行なう情報伝達手段とを備え、測距光と通信光が重畳して光源から照射されることを特徴としている。

【0006】

好ましくは距離情報検出手段において、測距光が所定の回数繰り返し照射され、その繰り返し毎に信号電荷は撮像素子に蓄積される。これにより距離情報に関する大きな信号出力を得ることができる。また好ましくは通信光の発光のタイミングは、繰り返し照射される測距光の発光のタイミングに基づいて行われる。

【0007】

例えば、測距光が繰り返し照射される合間に通信光を照射することにより測距光と通信光との重畳が行われる。このとき好ましくは、測距光が繰り返し照射される合間に照射される通信光は、光源のパルス発光による所定ビット数の 2 進データである。

【0008】

例えば、光源からの発光を異なるパルス幅をもつ 2 つのパルス光に変調し、2 つのパルス光の一方を 2 進データの 0 に他方を 1 に対応させ、2 つのパルス光の

うち幅の狭いパルス光を測距光とすることにより測距光と通信光との重畳が行われる。

【0009】

測距光は好ましくは、撮像素子における信号電荷の蓄積が始まる前に照射され、被写体までの距離に対応する信号電荷の蓄積が撮像素子における電荷の蓄積が開始されてから撮像素子での反射光の受光が終了するまでの間に撮像素子において行われる。このとき好ましくは、通信光は測距光が照射される前に照射される。またより好ましくは、通信光の照射が撮像素子における信号電荷の蓄積が終了してから測距光が照射されるまでの間に行われる。

【0010】

また測距光は好ましくは、光通信における同期信号を兼ね、3次元画像検出装置とその外部装置との間での通信をより確実なものとする。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は、本発明の第1の実施形態であるカメラ型の3次元画像検出装置の斜視図である。

【0012】

カメラ本体10の前面において、撮影レンズ11の左上にはファインダ窓12が設けられ、右上にはストロボ13が設けられている。カメラ本体10の上面において、撮影レンズ11の真上には、測距光であるレーザ光を照射する測距用発光装置（光源）14が配設されている。測距用発光装置14の左側にはリリーススイッチ15、液晶表示パネル16が設けられ、右側にはモード切替ダイヤル17とV/Dモード切替スイッチ18が設けられている。カメラ本体10の側面には、ICメモリカード等の記録媒体を挿入するためのカード挿入口19が形成され、またビデオ出力端子20が設けられている。

【0013】

図2は図1に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

撮影レンズ11の中には絞り25が設けられている。絞り25の開度はアイリ

ス駆動回路 2 6 によって調整される。撮影レンズ 1 1 の焦点調節動作およびズーム動作はレンズ駆動回路 2 7 によって制御される。

【 0 0 1 4 】

撮影レンズ 1 1 の光軸上には撮像素子 (CCD) 2 8 が配設されている。CCD 2 8 には、撮影レンズ 1 1 によって被写体像が形成され、被写体像に対応した電荷が発生する。CCD 2 8 における電荷の蓄積動作、電荷の読出動作等の動作は CCD 駆動回路 3 0 によって制御される。CCD 2 8 から読み出された電荷信号すなわち画像信号はアンプ 3 1 において増幅され、A/D 変換器 3 2 においてアナログ信号からデジタル信号に変換される。デジタルの画像信号は撮像信号処理回路 3 3 においてガンマ補正等の処理を施され、画像メモリ 3 4 に一時的に格納される。アイリス駆動回路 2 6、レンズ駆動回路 2 7、CCD 駆動回路 3 0、撮像信号処理回路 3 3 はシステムコントロール回路 3 5 によって制御される。

【 0 0 1 5 】

画像信号は画像メモリ 3 4 から読み出され、LCD 駆動回路 3 6 に供給される。LCD 駆動回路 3 6 は画像信号に応じて動作し、これにより画像表示 LCD パネル 3 7 には、画像信号に対応した画像が表示される。

【 0 0 1 6 】

カメラをカメラ本体 1 0 の外部に設けられたモニタ装置とケーブルで接続すれば、画像メモリ 3 4 から読み出された画像信号は TV 信号エンコーダ 3 8、ビデオ出力端子 2 0 を介してモニタ装置に伝送可能である。またシステムコントロール回路 3 5 はインターフェース回路 4 0 に接続されており、インターフェース回路 4 0 はインターフェースコネクタ 2 1 に接続されている。したがってカメラをカメラ本体 1 0 の外部に設けられたコンピュータと接続すれば、画像メモリ 3 4 から読み出された画像信号は、インターフェースコネクタ 2 1 に接続されたコンピュータに伝送可能である。また、システムコントロール回路 3 5 は、記録媒体制御回路 4 2 を介して画像記録装置 4 3 に接続されている。したがって画像メモリ 3 4 から読み出された画像信号は、画像記録装置 4 3 に装着された IC メモリカード等の記録媒体 M に記録可能である。

【 0 0 1 7 】

システムコントロール回路 3 5 には、発光素子制御回路 4 4 が接続されている。発光装置 1 4 には発光素子 1 4 a と照明レンズ 1 4 b が設けられ、発光素子 1 4 a の発光動作は、発光素子制御回路 4 4 によって制御される。発光素子制御回路 4 4 は、データパルス出力回路 2 9 を介してシステムコントロール回路 3 5 によって制御される。発光素子 1 4 a は測距光や通信光であるレーザ光を照射するものであり、このレーザ光は測距時においては照明レンズ 1 4 b を介して被写体の全体に照射され、通信時においてはコンピュータに接続された通信用の受光器を含む領域に照射される。被写体において反射した光は撮影レンズ 1 1 に入射する。この光を CCD 2 8 によって検出することにより、後述するように被写体の 3 次元画像が計測される。検出されたデータは発光素子 1 4 a の発光動作によりコンピュータへ伝送される。なおこの計測において、CCD 2 8 における転送動作のタイミング等の制御はシステムコントロール回路 3 5 と CCD 駆動回路 3 0 によって行なわれる。

【 0 0 1 8 】

システムコントロール回路 3 5 には、リリーススイッチ 1 5、モード切替ダイヤル 1 7、V/D モード切替スイッチ 1 8 から成るスイッチ群 4 5 と、液晶表示パネル（表示素子） 1 6 とが接続されている。

【 0 0 1 9 】

図 3 は、被写体の表面の各点までの距離に関するデータを検出する距離情報検出動作とカメラから外部装置へデータを送信する様子を模式的に表したものである。

【 0 0 2 0 】

距離情報の検出は、発光装置 1 4 を被写体 S に向けて照射し、反射光を撮像レンズ 1 1 を介して CCD 2 8 で受光することにより行われる。一方コンピュータ 4 6 へのデータ送信は、発光装置 1 4 を発光させ、これにより照射された光を照射領域 U 内にある受光器 4 7 によって受光検出することにより行われる。受光器 4 7 で検出された光は、電気信号に変換され受信データとしてコンピュータ 4 6 に送られた後、所定の処理を施されてディスプレイ等に表示される。

【 0 0 2 1 】

次に図 4 および図 5 を参照して、本実施形態における距離測定の原理について説明する。なお図 5 において横軸は時間 t である。

【 0 0 2 2 】

距離測定装置 B から出力された測距光は被写体 S において反射し、図示しない CCD によって受光される。測距光は所定のパルス幅 H を有するパルス状の光であり、したがって被写体 S からの反射光も、同じパルス幅 H を有するパルス状の光である。また反射光のパルスの立ち上がりは、測距光のパルスの立ち上がりよりも時間 $\delta \cdot t$ (δ は遅延係数) だけ遅れる。測距光と反射光は距離測定装置 B と被写体 S の間の 2 倍の距離 r を進んだことになるから、その距離 r は

$$r = \delta \cdot t \cdot C / 2 \quad \dots (1)$$

により得られる。ただし C は光速である。

【 0 0 2 3 】

例えば測距光のパルスの立ち上がりから反射光を検知可能な状態に定め、反射光のパルスが立ち下がる前に検知不可能な状態に切換えるようにすると、すなわち反射光検知期間 T を設けると、この反射光検知期間 T における受光量 A は距離 r の関数である。すなわち受光量 A は、距離 r が大きくなるほど (時間 $\delta \cdot t$ が大きくなるほど) 小さくなる。

【 0 0 2 4 】

本実施形態では上述した原理を利用して、CCD 2 8 に設けられ、2 次元的に配列された複数のフォトダイオードにおいてそれぞれ受光量 A を検出することにより、カメラ本体 1 0 から被写体 S の表面の各点までの距離をそれぞれ検出し、被写体 S の表面形状に関する 3 次元画像のデータを一括して入力している。

【 0 0 2 5 】

図 6 は、CCD 2 8 に設けられるフォトダイオード 5 1 と垂直転送部 5 2 の配置を示す図である。図 7 は、CCD 2 8 を基板 5 3 に垂直な平面で切断して示す断面図である。この CCD 2 8 は従来公知のインターライン型 CCD であり、不要電荷の掃出しに VOD (縦型オーバーフローライン) 方式を用いたものである。

【 0 0 2 6 】

フォトダイオード 5 1 と垂直転送部 5 2 は n 型基板 5 3 の面に沿って形成されている。フォトダイオード 5 1 は 2 次元的に格子状に配列され、垂直転送部 5 2 は所定方向（図 6 において上下方向）に 1 列に並ぶフォトダイオード 5 1 に隣接して設けられている。垂直転送部 5 2 は、1 つのフォトダイオード 5 1 に対して 4 つの垂直転送電極 5 2 a, 5 2 b, 5 2 c, 5 2 d を有している。したがって垂直転送部 5 2 では、4 つのポテンシャルの井戸が形成可能であり、従来公知のように、これらの井戸の深さを制御することによって、信号電荷を CCD 2 8 から出力することができる。なお、垂直転送電極の数は目的に応じて自由に変更できる。

【0027】

基板 5 3 の表面に形成された p 型井戸の中にフォトダイオード 5 1 が形成され、p 型井戸と n 型基板 5 3 の間に印加される逆バイアス電圧によって p 型井戸が完全空乏化される。この状態において、入射光（被写体からの反射光）の光量に応じた電荷がフォトダイオード 5 1 において蓄積される。基板電圧 V_{sub} を所定値以上に大きくすると、フォトダイオード 5 1 に蓄積した電荷は、基板 5 3 側に掃出される。これに対し、転送ゲート部 5 4 に電荷転送信号（電圧信号）が印加されたとき、フォトダイオード 5 1 に蓄積した電荷は垂直転送部 5 2 に転送される。すなわち電荷掃出し信号によって電荷を基板 5 3 側に掃出した後、フォトダイオード 5 1 に蓄積した信号電荷が、電荷転送信号によって垂直転送部 5 2 側に転送される。このような動作を繰り返すことにより、垂直転送部 5 2 において信号電荷が積分され、いわゆる電子シャッタ動作が実現される。

【0028】

図 8 は距離情報検出動作のタイミングチャートであり、図 1、図 2、図 6～図 8 を参照して本実施形態における距離情報検出動作について説明する。なお本実施形態の距離情報検出動作では、図 5 を参照して行なった距離測定の実理の説明とは異なり、外光の影響による雑音を低減するために測距光のパルスの立ち下がりが反射光を検知可能な状態に定め、反射光のパルスが立ち下がった後に検知不可能な状態に切換えるようにタイミングチャートを構成しているが原理的には何ら異なるものではない。また本実施形態では、距離情報を検出する際に照射さ

れる測距光に、データを送信するための通信光が重畳されるが、ここでは説明の便宜上まず距離情報の検出のみを行なった場合について説明し、データを送信するための通信光が測距光に重畳された場合については後述する。

【 0 0 2 9 】

垂直同期信号（図示せず）の出力に同期して電荷掃出し信号（パルス信号）S 1 が出力され、これによりフォトダイオード 5 1 に蓄積していた不要電荷が基板 5 3 の方向に掃出され、フォトダイオード 5 1 における蓄積電荷量はゼロになる（符号 S 2）。電荷掃出し信号 S 1 の出力の開始の後、一定のパルス幅を有するパルス状の測距光 S 3 が出力される。測距光 S 3 が出力される期間（パルス幅）は調整可能であり、図示例では、電荷掃出し信号 S 1 が立ち下がると略同時に測距光 S 3 がオフするように調整されている。

【 0 0 3 0 】

測距光 S 3 は被写体において反射し、CCD 2 8 に入射する。すなわち CCD 2 8 によって被写体からの反射光 S 4 が受光されるが、電荷掃出し信号 S 1 が出力されている間は、フォトダイオード 5 1 において電荷は蓄積されない（符号 S 2）。電荷掃出し信号 S 1 の出力が停止されると、フォトダイオード 5 1 では、反射光 S 4 の受光によって電荷蓄積が開始され、反射光 S 4 と外光に起因する信号電荷 S 5 が発生する。反射光 S 4 が消滅すると（符号 S 6）フォトダイオード 5 1 では、反射光に基く電荷蓄積は終了するが（符号 S 7）、外光のみに起因する電荷蓄積が継続する（符号 S 8）。

【 0 0 3 1 】

その後、電荷転送信号 S 9 が出力されると、フォトダイオード 5 1 に蓄積された電荷が垂直転送部 5 2 に転送される。この電荷転送は、電荷転送信号の出力の終了（符号 S 1 0）によって完了する。すなわち、外光が存在するためにフォトダイオード 5 1 では電荷蓄積が継続するが、電荷転送信号の出力が終了するまでフォトダイオード 5 1 に蓄積されていた信号電荷 S 1 1 が垂直転送部 5 2 へ転送される。電荷転送信号の出力終了後に蓄積している電荷 S 1 4 は、そのままフォトダイオード 5 1 に残留する。

【 0 0 3 2 】

このように電荷掃出し信号 S 1 の出力の終了から電荷転送信号 S 9 の出力が終了するまでの期間 T_{U1} の間、フォトダイオード 5 1 には、被写体までの距離に対応した信号電荷が蓄積される。そして、反射光 S 4 の受光終了（符号 S 6）までフォトダイオード 5 1 に蓄積している電荷が、被写体の距離情報に対応した信号電荷 S 1 2（斜線部）として垂直転送部 5 2 へ転送され、その他の信号電荷 S 1 3 は外光のみに起因するものである。

【 0 0 3 3 】

電荷転送信号 S 9 の出力から一定時間が経過した後、再び電荷掃出し信号 S 1 が出力され、垂直転送部 5 2 への信号電荷の転送後にフォトダイオード 5 1 に蓄積された不要電荷が基板 5 3 の方向へ掃出される。すなわち、フォトダイオード 5 1 において新たに信号電荷の蓄積が開始する。そして、上述したのと同様に、電荷蓄積期間 T_{U1} が経過したとき、信号電荷は垂直転送部 5 2 へ転送される。

【 0 0 3 4 】

このような信号電荷 S 1 1 の垂直転送部 5 2 への転送動作は、次の垂直同期信号が出力されるまで、繰り返し実行される。これにより垂直転送部 5 2 において、信号電荷 S 1 1 が積分され、1 フィールドの期間（2 つの垂直同期信号によって挟まれる期間）に積分された信号電荷 S 1 1 は、その期間被写体が静止していると見做せれば、被写体までの距離情報に対応している。なお信号電荷 S 1 3 は信号電荷 S 1 2 に比べ微小であるため信号電荷 S 1 2 と信号電荷 S 1 1 は等しいと見なすことができる。

【 0 0 3 5 】

以上説明した信号電荷 S 1 1 の検出動作は 1 つのフォトダイオード 5 1 に関するものであり、全てのフォトダイオード 5 1 においてこのような検出動作が行なわれる。1 フィールドの期間における検出動作の結果、各フォトダイオード 5 1 に隣接した垂直転送部 5 2 の各部位には、そのフォトダイオード 5 1 によって検出された距離情報が保持される。この距離情報は垂直転送部 5 2 における垂直転送動作および図示しない水平転送部における水平転送動作によって CCD 2 8 から出力される。

【 0 0 3 6 】

次に距離情報検出動作のフローチャートである図 9 を参照して距離情報検出動作について説明する。なおここでは図 8 を参照して行なった説明と同様に距離情報の検出のみを行なった場合について説明し、データ重畳処理を行なうステップ 1 0 3 については後述する。

【 0 0 3 7 】

ステップ 1 0 1 においてリリーススイッチ 1 5 が全押しされていることが確認されるとステップ 1 0 2 が実行され、ビデオ (V) モードと距離測定 (D) モードのいずれが選択されているかが判定される。これらのモード間における切替は V/D モード切替スイッチ 1 8 を操作することによって行なわれる。

【 0 0 3 8 】

D モードが選択されているとき、ステップ 1 0 3 においてデータ重畳処理が行なわれた後ステップ 1 0 4 において垂直同期信号が出力されるとともに測距光制御が開始される。すなわち発光装置 1 4 が駆動され、パルス状の測距光 S 3 が断続的に出力される。次いでステップ 1 0 5 が実行され、CCD 2 8 による検知制御が開始される。すなわち図 8 を参照して説明した距離情報検出動作が開始され、電荷掃出し信号 S 1 と電荷転送信号 S 9 が交互に出力されて、距離情報の信号電荷 S 1 1 が垂直転送部 5 2 において積分される。

【 0 0 3 9 】

ステップ 1 0 6 では、距離情報検出動作の開始から 1 フィールド期間が終了したか否か、すなわち新たに垂直同期信号が出力されたか否かが判定される。1 フィールド期間が終了すると、1 フィールド期間にわたる信号電荷 S 1 1 の積分が完了し、積分された信号電荷がステップ 1 0 7 において CCD 2 8 から出力される。この積分された信号電荷は距離情報に対応し、ステップ 1 0 8 において画像メモリ 3 4 に一時的に記憶される。ステップ 1 0 9 では測距光制御がオフ状態に切換えられ、発光装置 1 4 の発光動作が停止する。

【 0 0 4 0 】

ステップ 1 1 0 では、距離データの演算処理が行なわれ、ステップ 1 1 1 において距離データが画像メモリ 3 4 に記憶されてこの検出動作は終了する。一方、ステップ 1 0 2 において V モードが選択されていると判定されたとき、ステップ

1 1 2において測距光制御がオフ状態に切換えられるとともに、ステップ1 1 3においてCCD 2 8による通常の撮影動作（CCDビデオ制御）がオン状態に定められ、ステップ1 1 4で撮像された画像データが画像メモリ3 4に記憶されてこの検出動作は終了する。

【0 0 4 1】

次にステップ1 1 0において実行される演算処理の内容を図8を参照して説明する。

反射率Rの被写体が照明され、この被写体が輝度Iの2次光源と見做されてCCDに結像された場合を想定する。このとき、電荷蓄積時間tの間にフォトダイオードに発生した電荷が積分されて得られる出力 S_n は、

$$S_n = k \cdot R \cdot I \cdot t \quad \dots (2)$$

で表される。ここでkは比例定数で、撮影レンズのFナンバーや倍率等によって変化する。

【0 0 4 2】

図8に示されるように電荷蓄積時間を T_{U1} 、測距光S 3のパルス幅を T_S 、距離情報の信号電荷S 1 2のパルス幅を T_D とし、1フィールド期間中のその電荷蓄積時間がN回繰り返されるとすると、得られる出力 SM_{10} は、

$$\begin{aligned} SM_{10} &= \Sigma k \cdot R \cdot I \cdot T_D \\ &= k \cdot N \cdot R \cdot I \cdot T_D \quad \dots (3) \end{aligned}$$

となる。なお、パルス幅 T_D は

$$\begin{aligned} T_D &= \delta \cdot t \\ &= 2r / C \quad \dots (4) \end{aligned}$$

と表せる。このとき被写体までの距離rは

$$r = C \cdot SM_{10} / (2 \cdot k \cdot N \cdot R \cdot I) \quad \dots (5)$$

で表せる。したがって比例定数k、反射率R、輝度Iを予め求めておけば距離rが求められる。

【0 0 4 3】

次にデータの重畳処理（ステップ1 0 3）が行われる場合について、図9～図1 2を参照して説明する。

【 0 0 4 4 】

図 1 0 (a) 、 (b) は、発光装置 (L D) 1 4 から照射される発光パルスのシーケンスを信号電荷の蓄積期間との関係において表したものである。図 1 0 (a) はデータ重畳処理がない場合、図 1 0 (b) はデータ重畳処理がある場合の発光パルスのシーケンスである。

【 0 0 4 5 】

データ重畳処理を行なう場合 (図 1 0 (b)) においても、その蓄積期間及び測距光 S 2 1 の発光のタイミングはデータ重畳処理を行なわない場合 (図 1 0 (a)) と同様である。しかしデータを重畳処理する場合には、1 つの測距光 S 2 1 が照射されてから次の測距光 S 2 1 が照射されるまでの間に、送信データに対応するパルス信号 S 2 2 がデータ区間 T_d に渡り照射される。すなわち測距光 2 1 の発光パルスが立ち下ると略同時にフォトダイオード 5 1 において信号電荷の蓄積が開始され T_{U1} の期間に渡り電荷の蓄積が行われる。フォトダイオード 5 1 での蓄積が終了して所定時間経過すると送信データに対応したパルス信号 S 2 2 が区間 T_d に渡り照射される。パルス信号 S 2 2 の照射が終了してから所定のブランク期間 T_b を隔てて次の測距光 S 2 1 が照射される。すなわち、データ区間 T_d とブランク期間 T_b とを合わせた期間 ($T_d + T_b$) は、電荷転送信号 S 1 0 が立ち下がってから電荷掃出信号 S 1 が立ち下がるまでの期間 (図 8 参照) に含まれる。これらの動作は 1 フィールド期間が終了するまでの間繰り返し行われる。なお送信されるデータは、距離情報検出動作で検出され、画像メモリ 3 4 に記憶された距離データや画像データである。また必要に応じて制御データなども送信される。

【 0 0 4 6 】

図 1 0 (b) に例示されたパルス信号 S 2 2 は各々 8 ビットデータを表しており、それぞれ下に付された 2 進データに対応している。すなわち 1 つのデータ区間 T_d は 8 つの領域に等分されており、各領域は 1 ビットに対応している。領域にパルス光が存在すれば 1、存在しなければ 0 を表している。またデータ送信時、測距光 S 2 1 は送信側での送信動作と受信側での受信動作を同期するための同期信号を兼ねている。

【0047】

図11は、図9のステップ103において実行されるデータ重畳処理のフローチャートである。ステップ102でDモードであると判定されると、このデータ重畳処理が実行される。まずステップ201において送信データの有無が確認される。送信データが存在するとステップ202でデータがメモリ34から読み出され、発光装置(LD)14の駆動パルスへ重畳するための信号へ変換される。その後、データパルス出力回路29において送信データのデータパルスが出力され、ステップ203でデータパルスがLD駆動パルスに重畳されこのデータ重畳処理は終了する。またステップ201で送信データが存在しないと判定された場合には、データは重畳されることなくこの処理は終了する。すなわち発光パルスのシーケンスは、データ重畳処理がない図10(a)と同じになる。

【0048】

データ重畳処理が終了するとステップ104で垂直同期信号が出力され、ステップ203においてデータが重畳されたLD駆動パルスにしたがった測距光制御が開始される。すなわち発光装置(LD)14が送信データに合わせて図10(b)で示されたシーケンスで発光される。以下、データが重畳されないとして説明した距離情報検出動作と同様に処理が実行される。

【0049】

次に図12を参照してコンピュータ46上で実行される光通信の受信動作について説明する。

【0050】

ステップ301で発光装置14のパルス光が受光器47で検出されると、ステップ302で発光装置14から送信されるパルス信号(S22)の検出が受光器47で開始される。ステップ302で一連のデータの受信が終了すると受信された画像データや距離データがステップ303で画像処理され、コンピュータ46に接続されたディスプレイ等に出力される。ステップ304では受信動作を終了するか否かが判定される。例えばコンピュータ46のキーボードなどのキーに割り当てられた終了ボタンが押されているとこの受信動作は終了する。また終了ボタンが押されいなければステップ301に戻り受信待機状態となる。

【0051】

以上のように本実施形態によれば、発光装置 14 を用いケーブルを介することなくデータを送信できるので、カメラの可動範囲が制限されず操作性のよい 3 次元画像検出装置が得られる。また測距光と通信光を重畳することにより距離情報検出動作とデータ送信が同時にできるので通信効率も向上する。

【0052】

次に本発明の第 2 の実施形態について図 13 を参照して説明する。第 2 の実施形態は第 1 の実施形態と LD の発光パルスのシーケンスのみが異なり、その他の点については第 1 の実施形態と同様である。

【0053】

図 13 は第 2 の実施形態における LD（発光装置 14）の発光パルスのシーケンスを信号電荷の蓄積期間に関連させて示している。

【0054】

第 2 の実施形態では、送信データはパルス光 S31 をパルス幅変調することにより測距光に重畳されており、その変調方法はパルスの立上りのタイミングを変える前縁変調である。すなわちパルス幅は T_S と $T_S + T_d$ の 2 種類に変調され、前縁部の区間 T_d はデータ区間であり、後縁部の区間 T_S は測距光としての区間である。後縁部の区間 T_S は各蓄積期間に対応して常にパルスが存在するのに対して、前縁部の区間 T_d はデータ区間であり、その区間にパルスが存在するか否かにより 1、0 の 1 ビットデータを表している。すなわちパルス光 S31 の幅が T_S のときパルス光 31 は 0 に対応し、その幅が $T_S + T_d$ のとき 1 に対応している。このようにパルス幅変調されたパルス光 31 を 1 フィールド期間に渡り繰り返し照射することにより、データはコンピュータ 36 へと送信される。なお、このデータの重畳処理は第 1 の実施形態と同様にステップ 103 のデータ重畳処理において行われる。

【0055】

このように、第 2 の実施形態においても第 1 の実施形態と同様の効果が得られる。

【0056】

【発明の効果】

以上のように本発明によれば、ケーブルを介することなくデータをコンピュータへ転送できかつ通信効率のよい３次元画像検出装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施形態であるカメラ型の 3 次元画像検出装置の斜視図である。

【図 2】

図 1 に示すカメラの回路構成を示すブロック図である。

【図 3】

距離情報検出動作と光通信によりデータを送信するときの様子を模式的に表した図である。

【図 4】

測距光による距離測定の実理を説明するための図である。

【図 5】

測距光、反射光、ゲートパルス、および CCD が受光する光量分布を示す図である。

【図 6】

CCD に設けられるフォトダイオードと垂直転送部の配置を示す図である。

【図 7】

CCD を基板に垂直な平面で切断して示す断面図である。

【図 8】

被写体までの距離に関するデータを検出する距離情報検出動作のタイミングチャートである。

【図 9】

距離情報検出動作のフローチャートである。

【図 10】

第 1 の実施形態における発光装置（LD）における発光パルスのシーケンスである。

【図 1 1】

データ重畳処理のフローチャートである。

【図 1 2】

コンピュータで実行される受信動作のフローチャートである。

【図 1 3】

本発明の第 2 の実施形態における発光装置（LD）の発光パルスのシーケンスである。

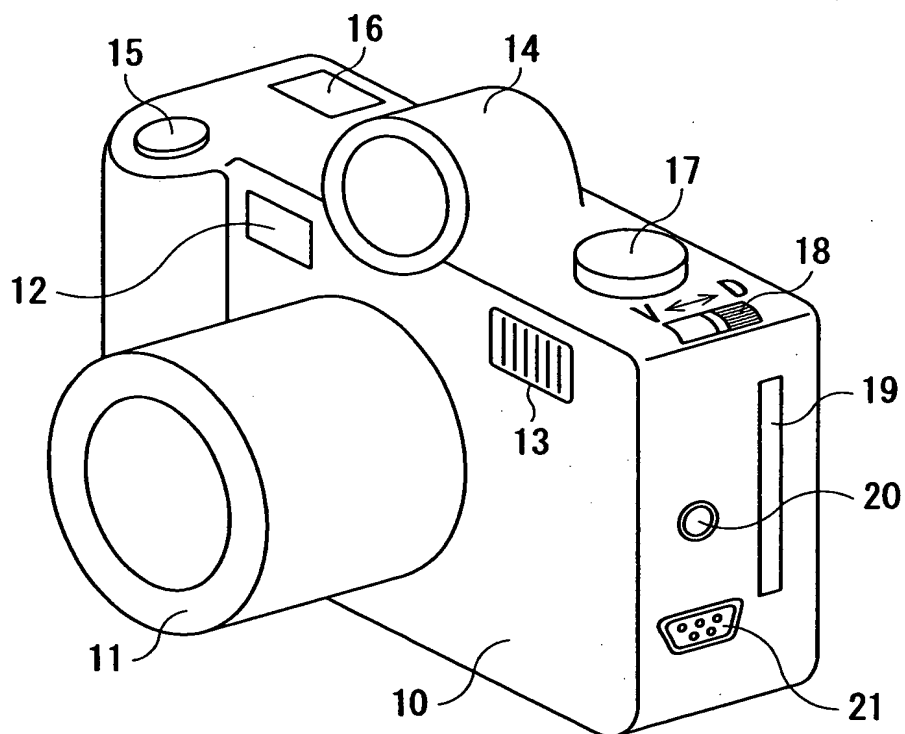
【符号の説明】

1 4 発光装置

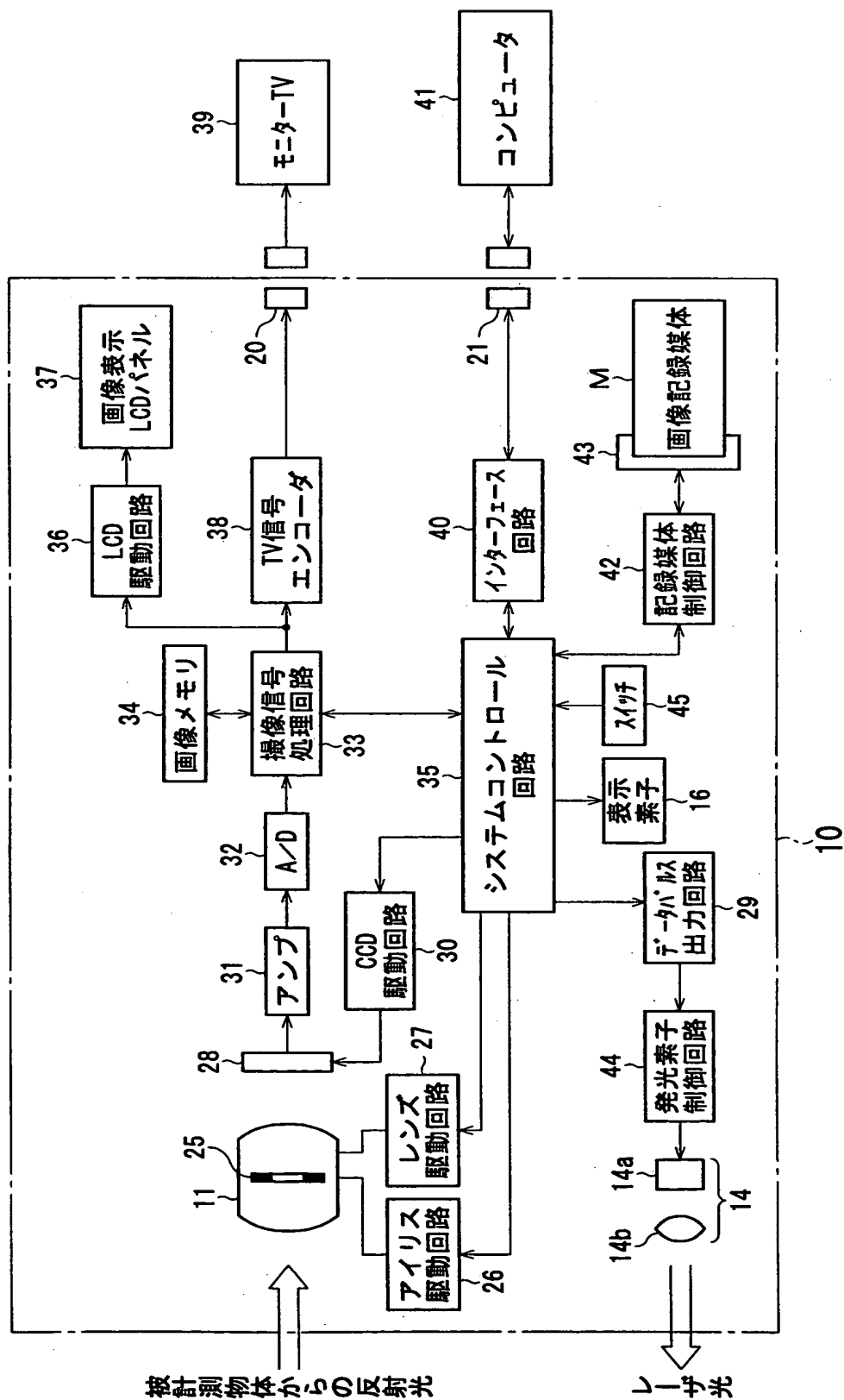
5 1 フォトダイオード

【書類名】 図面

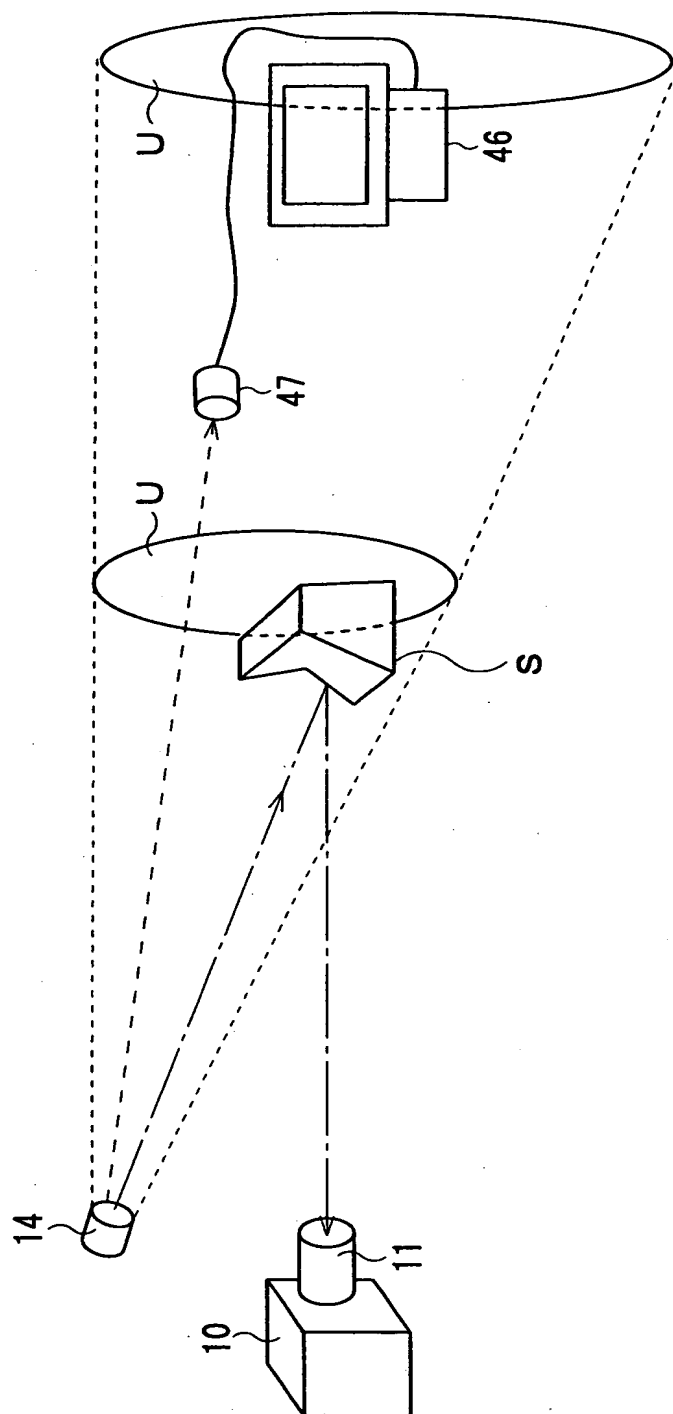
【図 1】



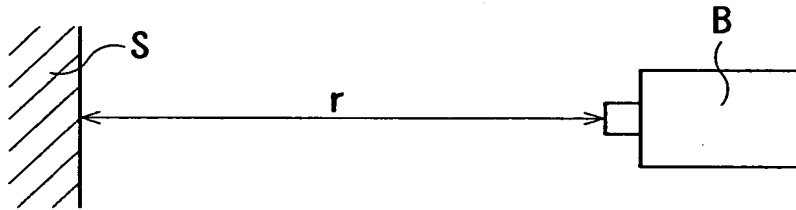
【図 2】



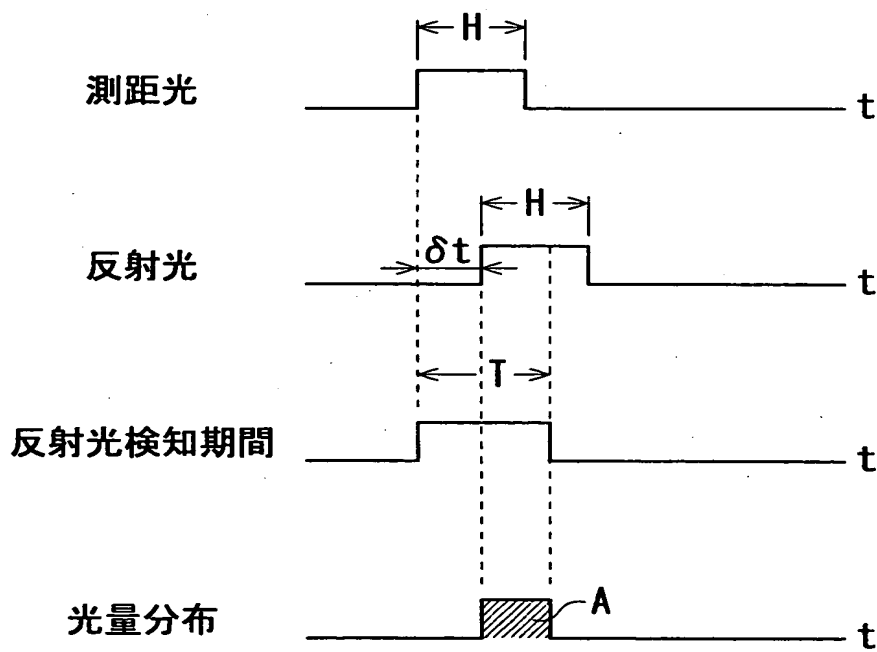
【図 3】



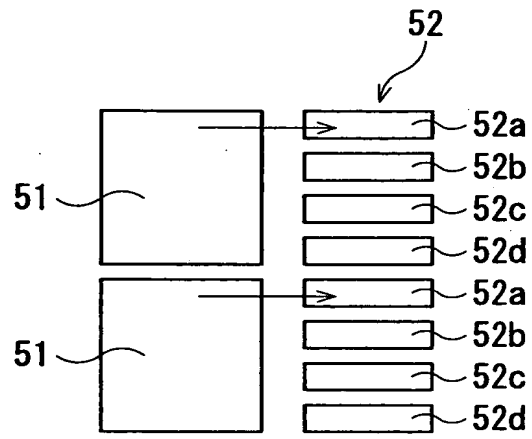
【図 4】



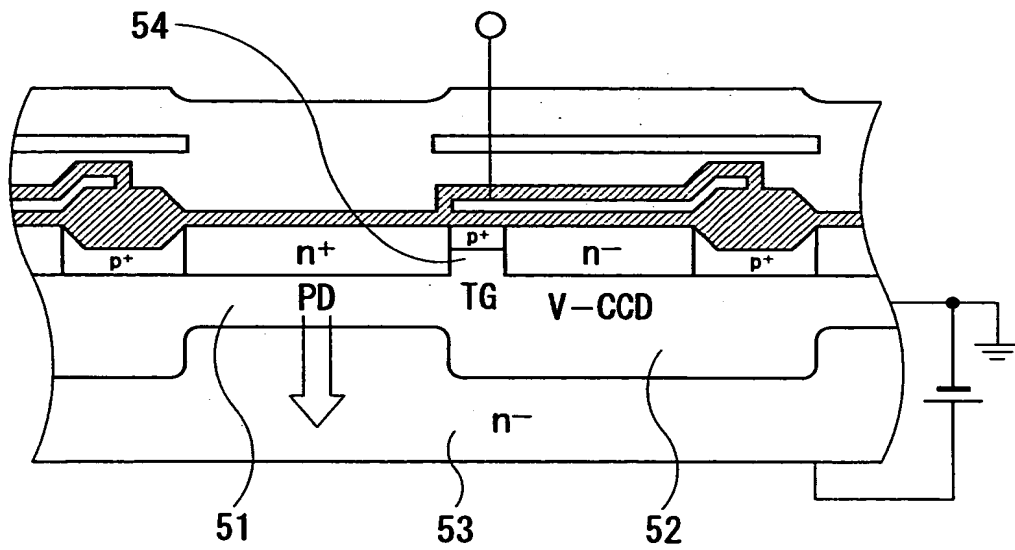
【図 5】



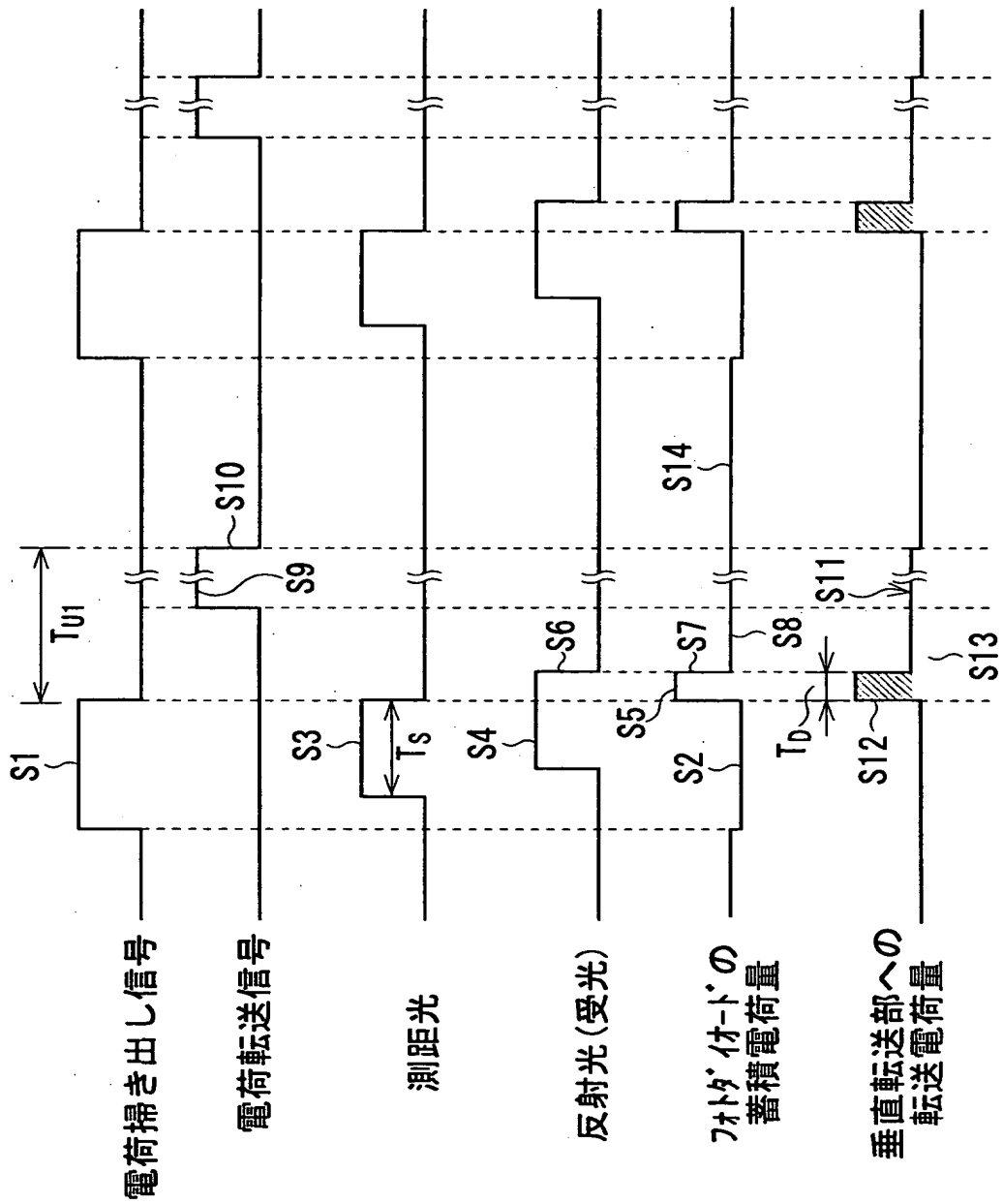
【図 6】



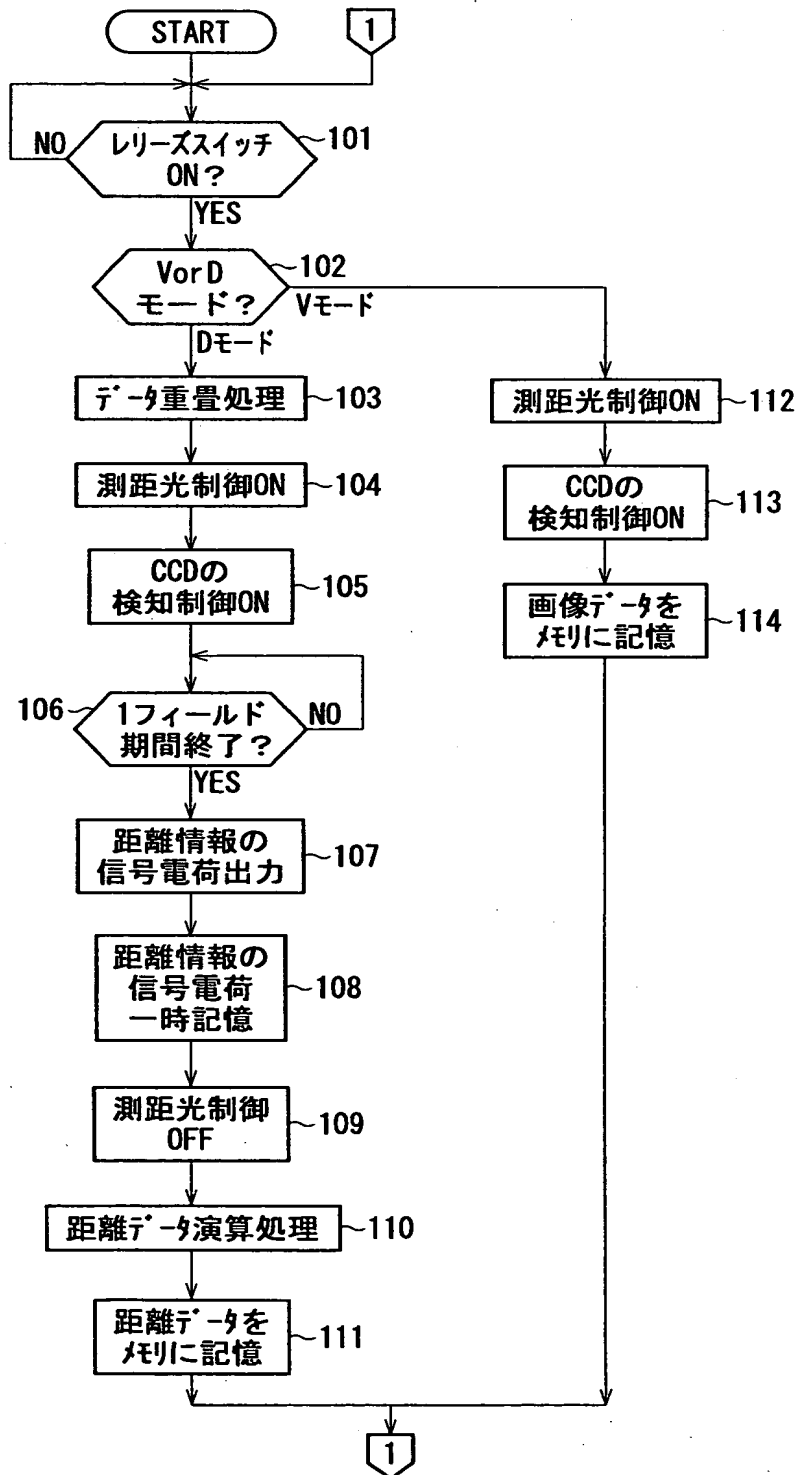
【図 7】



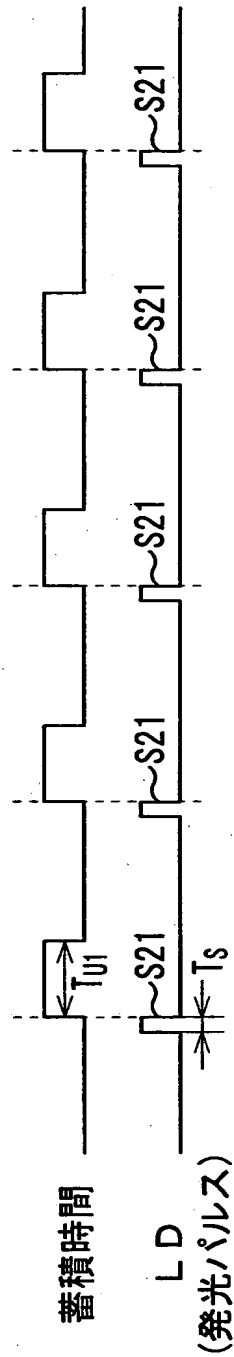
【図 8】



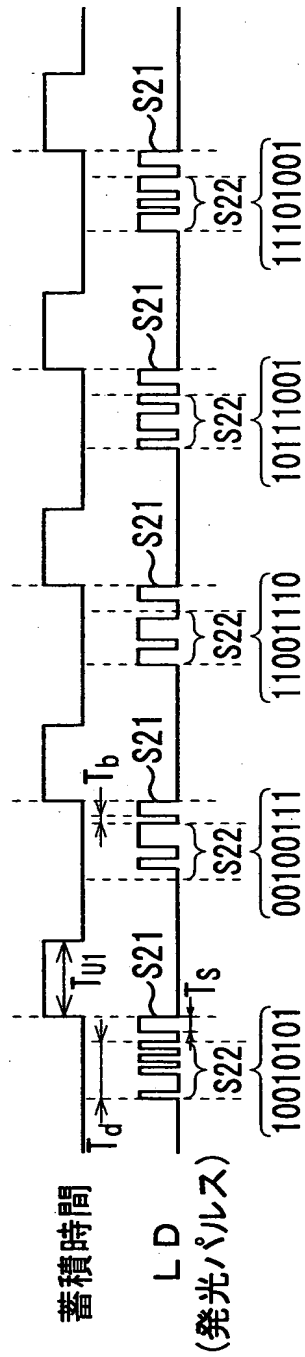
【図 9】



【図 1 0】

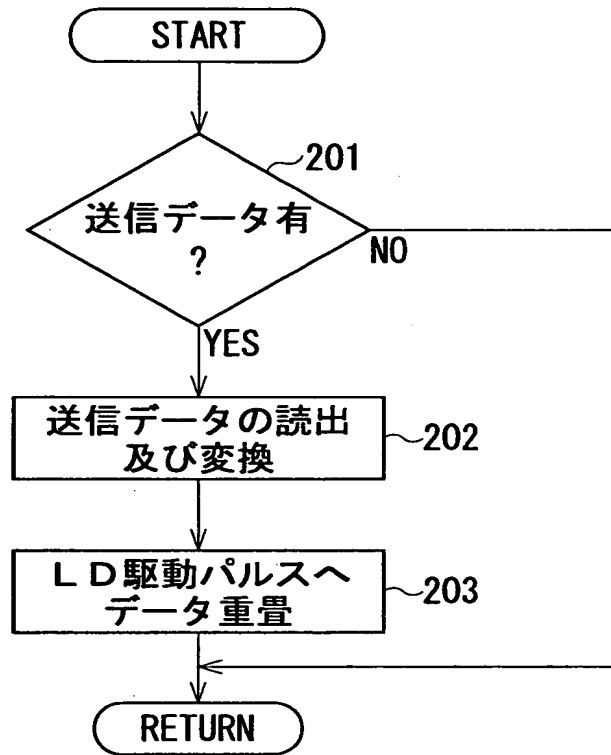


(a)

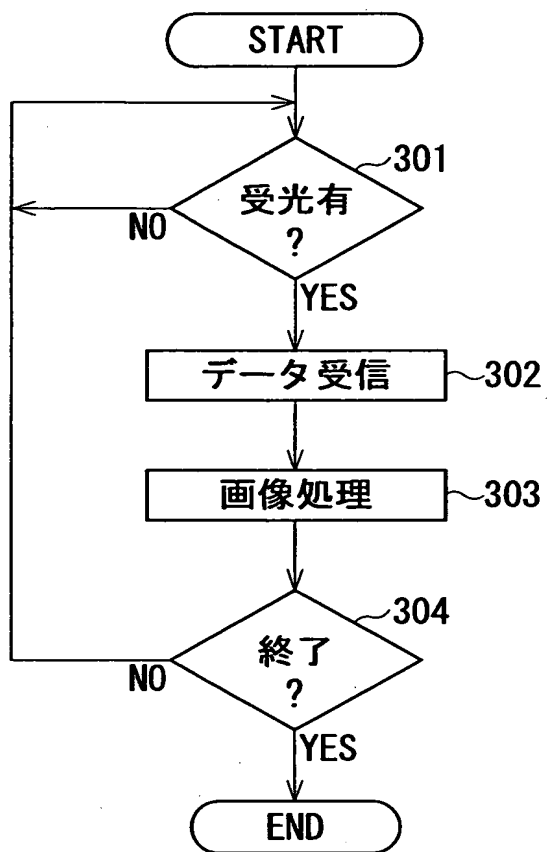


(b)

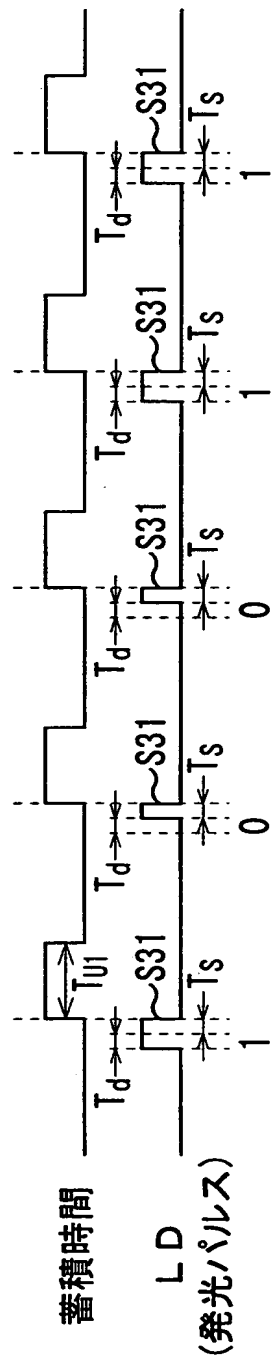
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 測距光を照射して距離を検出する 3 次元画像検出装置において、1 つの光源 (LD) を用いて測距及び光通信を効率よく行なう。

【解決手段】 光源 (LD) を繰り返し発光し被写体に測距光 S 2 1 を繰り返し照射する。被写体からの反射光をフォトダイオードで受光し発生した信号電荷を蓄積期間 T_{U1} に渡り蓄積する。各蓄積期間 T_{U1} で蓄積された信号電荷を積分し、積分された信号電荷に基づいて被写体までの距離を検出する。測距光 S 2 1 が照射されてから次の測距光 S 2 1 が照射されるまでの間に、通信光 S 2 2 をパルス状に照射する。

【選択図】 図 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日	1990年 8月10日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名	旭光学工業株式会社